



(11) **EP 1 102 040 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.05.2001 Patentblatt 2001/21

(51) Int Cl.7: **G01D 5/249, G01D 5/245**

(21) Anmeldenummer: 00811007.4

(22) Anmeldetag: 30.10.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

**(74) Vertreter: Frei, Alexandra Sarah
Frei Patentanwaltsbüro
Postfach 768
8029 Zürich (CH)**

Bemerkungen:

Ein Antrag gemäss Regel 88 EPÜ auf Berichtigung von Beschreibung und Ansprüchen liegt vor. Über diesen Antrag wird im Laufe des Verfahrens von der Prüfungsabteilung eine Entscheidung getroffen werden (Richtlinien für die Prüfung im EPA, A-V, 3.).

(30) Priorität: 18.11.1999 CH 210499

(71) Anmelder: **HERA Rotterdam B.V.**
3062 MA Rotterdam (NL)

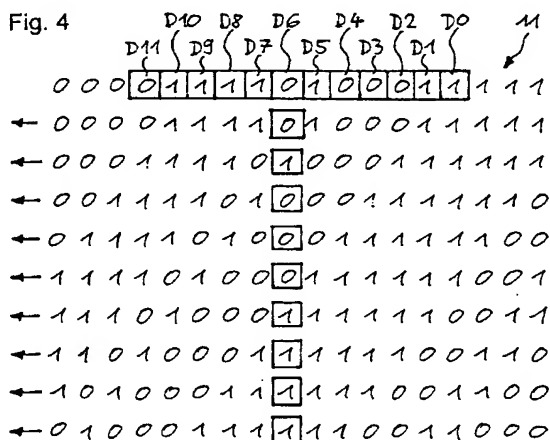
(72) Erfinder:
• **Der Erfinder hat auf seine Nennung verzichtet.**

(54) Positionssensor

(57) Das Verfahren kommt vorzugsweise in einem optischen Messgeber zur Anwendung und dient zur Messung der Lage eines Abtastkopfes, welcher mindestens einen Sensor (D0-D11) beinhaltet, gegenüber einer Massverkörperung, welche einen linearen Code (11) beinhaltet, derart, dass eine vorgegebene Auflösung erreicht wird. Zunächst wird ein Absolutwert einer Ausgangslage mit mindestens der vorgegebenen Auflösung ermittelt, bspw. durch Auswerten der Signale aller vorhandenen Sensoren (D0-D11) im Stillstand. Während der Messung werden der Abtastkopf (2) und die

Massverkörperung (1) relativ zueinander bewegt. Es werden weniger Sensoren herangezogen als im Stillstand nötig wären, bspw. nur ein einziger Sensor (D6). Die zum Erreichen der vorgegebenen Auflösung benötigte Information wird aus Sensorsignalen der Relativbewegung, welche aus dem linearen Code (11) abgeleitet werden, gewonnen. Auf diese Weise wird ein Signal für die absolute Lage und die Anzahl Umdrehungen auch bei hohen Geschwindigkeiten ermittelt, wobei die durch Signalverarbeitung und Signalübertragung gesetzten Grenzen viel höher liegen als bei bekannten Messgebern.

Fig. 4



Beschreibung

[0001] Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Messgeber, insbesondere der optischen Winkel- und/oder Wegmessgeber, und betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung gemäss den Oberbegriffen der unabhängigen Patentansprüche.

[0002] Es sind auf dem Markt Gebersysteme bekannt, welche die absolute Weg- bzw. Winkelverstellung zwischen einem geeigneten Abtastkopf und einer relativ verschobenen Massverkörperung, auf welcher mehrere digitale oder analoge Signalspuren aufgebracht sind, ermitteln und über eine Signal-Auswertelektronik die Werte zur weiteren Verwendung aufbereiten.

[0003] In letzter Zeit werden in der Literatur vermehrt Systeme beschrieben, die einen seriellen Absolutcode aufweisen, d. h. in einer Spur aufgebrachte "Bit-Muster". Diese Bitmuster sind meist mit Pseudo Random Codes (PRC's) kodiert und im Grundabstand von 1 Bit bspw. bei optischen Systemen mit mehreren äquidistanten Fotoempfängern (bei 9 Bit z. B. mit 9 Fotodioden) zur Auswertung versehen. Dabei kommt aber auch noch zur weiteren Feinauflösung der absoluten Weg- bzw. Winkelinformation eine parallel angebrachte Inkrementalspur (Grundauflösung wie Absolutwert) in Betracht, mit einer SIN/COS-Signalerzeugung, die entsprechend interpoliert (AD-Wandlung) werden kann und damit höhere Signalauflösung im Wesentlichen mit zwei Spuren ermöglicht. Ein solcher Messgeber ist bspw. in DE-195 18 714.8 beschrieben, welche durch Bezugnahme in die vorliegende Schrift aufgenommen wird.

[0004] Unabhängig von der anspruchsvollen Signalverarbeitung sowohl der Absolutwerte als auch der SIN/COS-Signale im Weg- und Winkelgeber selbst können nicht beliebig hohe Auflösungen erreicht werden. Bei weiter steigenden Geschwindigkeiten bzw. Umdrehungszahlen im Anwendungseinsatz (z. B. bei anspruchsvollen Servoantrieben) gelangt man schnell an die Grenzen der derzeitigen Signalverarbeitung in elektronischen Bausteinen (bspw. in anwendungsspezifischen integrierten Schaltkreisen (Application Specific Integrated Circuits, ASIC's), in Mikroprozessoren usw.) und an die Grenzen der Signalübertragung über längere Leitungen (von bspw. einigen Metern Länge). Bei Drehgebern, z. B. mit 6000 U/min und 12-Bit-Auflösung, ergeben sich bereits Verarbeitungsgeschwindigkeiten von annähernd 5 MHz.

[0005] Will man den Absolutwert bei einem seriellen Code (siehe DE-195 18 714.8) von bspw. 12 Bit und darüber zweckmässig auswerten, ohne den Elektronik- und Kostenaufwand bei dafür entwickeltem ASIC nicht unzulässig in die Höhe zu treiben, so bietet sich die serielle Austaktung der 12 Diodenwerte (12 Bit) an. Es wird aber sofort ersichtlich, dass sich dann die Auslesezeit = $\text{Taktzeit} \times \text{Bitauflösung}$ = $\frac{1}{\text{Taktfrequenz}}$ \times Bitauflösung erhöht und die permanente Signalauswertung in Echtzeit schnell an die Grenzen im Anwen-

dungseinsatz stösst.

[0006] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Positionsmessung anzugeben, welche die obigen Nachteile vermeiden. Insbesondere sollen die Auslese- bzw. Auswertzeiten annähernd auf die maximale Taktzeit selbst gebracht werden. Die Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren und die Vorrichtung, wie sie in den unabhängigen Patentansprüchen definiert sind.

[0007] Die Erfindung basiert auf der Idee einer „Datenkompression“ (in gewisser Analogie zu den in der Bildverarbeitung bekannten Verfahren): Sich ändernde, relevante Daten werden - wenn möglich und sinnvoll - erfasst, übermittelt und verwertet; gleichbleibende, redundante Daten werden ignoriert. So wird eine unnötige Redundanz vermindert oder ganz vermieden. Dadurch wird es möglich, die Menge der zu übermittelnden und zu verarbeitenden Daten zu reduzieren.

[0008] Dies wird durch das erfindungsgemässe Verfahren erreicht. Demgemäss wird zur Messung der Lage eines Abtastkopfes, welcher mindestens einen Sensor beinhaltet, gegenüber einer Massverkörperung, welche einen linearen Code beinhaltet, derart, dass eine vorgegebene Auflösung erreicht wird, von einem Absolutwert einer Ausgangslage mit mindestens der vorgegebenen Auflösung ausgegangen. Während der Messung werden der Abtastkopf und die Massverkörperung relativ zueinander bewegt, und es werden weniger Sensorsignale herangezogen als im Stillstand nötig wären, wobei zum Erreichen der vorgegebenen Auflösung benötigte Information aus Sensorsignalen der Relativbewegung, welche aus dem linearen Code abgeleitet werden, gewonnen wird.

[0009] Der erfindungsgemässe Messgeber umfasst einen Abtastkopf, welcher mindestens einen Sensor beinhaltet, eine relativ zum Abtastkopf bewegbare Massverkörperung, welche einen linearen Code beinhaltet, und Mittel zur Ermittlung eines Absolutwerts einer Ausgangslage. Weiter umfasst er Mittel zur Gewinnung von Information über die Lage des Abtastkopfes gegenüber der Massverkörperung aus Sensorsignalen der Relativbewegung, welche aus dem linearen Code abgeleitet werden.

[0010] Das erfindungsgemässe Verfahren bzw. der erfindungsgemässe Messgeber eignen sich besonders gut für optische Messsysteme; sie sind jedoch auch auf andere Messsysteme übertragbar, z. B. auf magnetische, elektrische und/oder elektrostatische Systeme. Um das Verfahren und den Messgeber im Grundprinzip und in ihrer Wirkung zu erläutern, wird nachfolgend ein optisches System an Beispielen erläutert. In diesen Ausführungsbeispielen werden Photodioden zur Detektion von Licht verwendet; selbstverständlich können auch andere Arten von Fotodetektoren bzw. Fotoempfängern verwendet werden.

[0011] Die Erfindung macht sich den Umstand zu Nutze, dass der Linearcode sich an einem Beobachter, z. B. an einer einzelnen Fotodiode, bitweise vorbeibewegt.

Wenn man nun das Code-Bildungsgesetz kennt und die Relativbewegung zwischen dem Abtastkopf und der Massverkörperung mindestens die Schrittweite der Bitauflösung für Absolutwerte überschreitet, so kann man den Positionsort fortan bestimmen. So sind z. B. bei einem Absolutgeber mit 12-Bit-PRC (Pseudo Random Code) im Stillstand 12 Fotodioden notwendig, um die Absolutposition zu bestimmen. Bewegt man nun relativ zueinander das Abtastsystem um mindestens diese 12-Bit-Positionen (= Schrittweite der Auflösung), so kann fortan durch den erfinderischen Gedanken auf die Auswertung der im Stillstand notwendigen 12 Fotodioden verzichtet werden und das Auswertesystem praktisch bis auf einen 1-Bit-Fotodioden reduziert werden.

[0012] Dies hat markante Vorteile, weil somit nur eine Fotodiode zur Absolutpositionsbestimmung ausreichend ist und somit die Grenzggeschwindigkeit des Gebersystems bis auf die zu verarbeitende Taktfrequenz herangeführt werden kann. Im vorliegend erörterten Beispiel mit 12-Bit-Absolutcode kann dann die Grenzggeschwindigkeit um den Faktor 12 erhöht werden. Dies fällt in der Praxis bei integrierten Fotodioden noch höher aus, da für eine Fotodiode besondere, die Schaltfrequenz erhöhende Massnahmen leicht getroffen werden können. Damit sind nun bei hohen Geschwindigkeiten unter Echtzeitbedingungen die Absolutwerte bestimmbar, so dass die derzeit bei 12-Bit-Absolutdrehgebern zur Messwertübertragung begrenzende Drehzahl von ca. 1000 U/min weit nach oben gelegt werden kann. Für hochauflösende Servosysteme ist dies die gefragte Lösung im Anwendungseinsatz. Somit können dann auch die derzeit im Markt verbreiteten und noch nach aussen zur Auswertelektronik (z. B. Servo-Antriebssteuerung) führenden analogen, störungsempfindlichen SIN/COS-Signalleitungen entfallen, was die Kabelführung (z. T. über lange Strecken) vereinfacht und die Treiber- und Auswertelektronik (z.B. AD-Wandler, "Sample and Hold"-Verstärker usw.) überflüssig macht. Neben den Kosteneinsparungen wird damit auch eine kabel- und elektronikfreundliche Handhabung der Gebersignale beim Anwender vor Ort ermöglicht.

[0013] Die bei Bewegung bzw. Geschwindigkeit hiermit mögliche Reduzierung der Anzahl von Empfängern hat weiterhin den Vorteil, dass z. B. bei optischen Systemen die kontrast-optimale Beleuchtung und die am wenigsten verzerrungsempfindliche Abbildung berücksichtigt werden kann, indem man die in diesem optimalen Bereich befindliche Fotodiode bzw. Fotodioden zur Absolutwertbildung heranzieht. In der Regel ist das ungefähr in der Mitte, z. B. in unserem gewählten optischen System mit 12-Bit-Auswertung die 6. oder 7. Fotodiode. Damit erreicht man nicht nur eine weitere Erhöhung der Grenzggeschwindigkeit; vielmehr wird für höhere Grenzfrequenzen das Beleuchtungssystem, das Justieren und die Signalauswertung im Betrieb viel robuster und unkritischer für lange Betriebseinsätze.

[0014] Die Anzahl der zur Messung eingesetzten Fotodioden kann von vornherein auf einem konstanten

Wert, bspw. Eins, festgelegt sein. Sie kann aber auch dynamisch variieren. So kann z. B. die Variation einerseits nach einem vordefinierten Programm oder andererseits auch automatisch erfolgen, bspw. in Abhängigkeit von der momentanen Geschwindigkeit. Kleine Geschwindigkeiten erlauben eine höhere Anzahl eingesetzter Fotodioden und umgekehrt. Je höher die absolute Sicherheit in jedem Auflösungsschritt gewünscht wird, um so höher ist die Anzahl der eingesetzten Fotodioden zu wählen. In der Industriepraxis erlaubt aber bereits die eine Fotodiode für die Hälfte der Auflösungsschritte pro Umdrehung die redundante Überprüfung des Messgebers, was bereits die sinnvolle Überprüfung weit überschreitet.

[0015] Die Absolutposition muss zumindest zu Beginn der Messung einmal ermittelt, bestimmt oder eingelesen werden. Die Bestimmung der Absolutposition bei einem System mit Linearcode kann, wie weiter oben beschrieben, im Stillstand oder bei langsamer Relativgeschwindigkeit zwischen Abtastkopf und Massverkörperung von der Vorrichtung selbst mit einer Vielzahl von Fotodioden entsprechend der nötigen Auflösung - z. B. 12 Fotodioden für eine 12-Bit-Auflösung - erfolgen. Unter "langsamer Relativgeschwindigkeit" ist hier eine Relativgeschwindigkeit zu verstehen, bei welcher bei der Signalverarbeitung und Signalübertragung in voller Auflösung die einleitend erwähnten Probleme nicht auftreten.

[0016] Als Alternative dazu bietet sich die folgende Variante des erfindungsgemässen Verfahrens an. Bei Inbetriebnahme kann stets eine kleine Relativbewegung des Messsystems erfolgen. Bei einem Drehgeber mit bspw. 12-Bit-Auflösung sind pro Umdrehung 4096 Schritte vorhanden, die lediglich um ≥ 11 Bit-Schritte zu bewegen sind, was einem Winkel von ca. 1° entspricht. Allgemein müssen gemäss dieser Ausführungsform zur Bestimmung des Absolutwerts der Ausgangslage der Abtastkopf und die Massverkörperung um mindestens

$$\Delta L (N - n) \frac{L}{2^N}$$

worin N die Auflösung in Bit, n die Anzahl von herangezogenen Sensoren und L die Codelänge bedeuten, relativ zueinander bewegt werden. Auf diese Weise sind bei Anwendungssystemen Absolutgeber mit bis auf eine Fotodiode reduzierten Systemen kostengünstig mit Linearcode zu realisieren.

[0017] Zusätzlich kann man solche vereinfachten Systeme auch dort anwenden, wo nach dem Ausschalten des Messsystems keine Relativbewegung zwischen Abtastkopf und Massverkörperung mehr erfolgt und der letzte Absolutwert im Gesamtsystem (oder im Geber) gespeichert wird. Batteriebetriebene Systeme sind besonders für diese vereinfachte Sensorauswertung geeignet, da praktisch keine Spannungsunterbrechung mehr im Einsatz erfolgt.

[0018] Die Absolutposition kann auch von aussen, bspw. von einem anderen Messsystem, übernommen werden.

[0019] Es ist zweckmässig, mindestens einen festen Vergleich von PRC-Werten während einer Umdrehung (Anfang bis Ende des Linearcodes) zum Positionsvergleich und zur Positionsetzung heranzuziehen. Ein Zähler kann bspw. mindestens einmal während der Umdrehung auf Null oder einen bestimmten Wert gesetzt werden. Damit wird das System sehr störunempfindlich und synchronisiert sich selbst bei evtl. auftretenden Störungen.

[0020] Dieser Gesichtspunkt spricht zusätzlich für die Realisierung der Absolutwertbildung im gesamten Geschwindigkeitsbereich in einem Auswertsystem im Geber selbst, da nur so die permanente Synchronität gewährleistet wird. In Systemen mit Absolutwertbildung allein im Stillstand bzw. niederer Geschwindigkeit und sonst über SIN/COS-Signale bei dem vom Geber getrennten Steuersystem ist das nicht durchgängig gewährleistet und kann zu grossen Folgeschäden in Störungsfällen führen. Dies ist besonders kritisch bei Maschinen im Dauerbetrieb (z. B. über eine oder mehrere Arbeitsschichten) und bei der störbehafteten Industrieumgebung der Steuerungen.

[0021] Es sind verschiedene Methoden der Absolutwertbildung möglich, die stets die Aufgabe haben, den Linearcode (z. B. PRC) in einen für die Digitalsignalverarbeitung üblichen Binärcode (2er-System) zu wandeln. Entweder macht man das direkt über bekannte Algorithmen, über Look-up-table-Verfahren, oder auf indirektem Weg mittels Zähler und Vergleicher.

[0022] Die Multiturn-Anwendung über Zählen der "Abschnitte"/Umdrehungen ist dank der vorliegenden Erfindung direkt möglich, so dass die üblichen separaten Umdrehungszähler (Zahnräder, Reed-Kontakte bzw. separate Magnete bzw. magnetoresistive Systeme usw.) entfallen können. Die richtungsabhängigen Umdrehungen können also in Echtzeit gespeichert werden. Die erfindungsgemässe Vorrichtung liefert ein Signal für die absolute Lage und die Anzahl Umdrehungen bei voller Geschwindigkeit, ohne dass eine separate Nullspur nötig wäre.

[0023] Im folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren detailliert erläutert. Dabei zeigen schematisch:

Fig. 1 einen Teil eines optischen Messgebers,

Fig. 2 Teile eines Pseudo Random Codes in einem Beobachtungsfenster von 12 Bit in verschiedenen Positionen,

Fig. 3 Teile eines Pseudo Random Codes mit Auswertung gemäss Stand der Technik,

Fig. 4 Teile eines Pseudo Random Codes mit erfindungsgemässer Auswertung,

Fig. 5 einen erfindungsgemässen Messgeber und

Fig. 6 ein Blockdiagramm eines erfindungsgemässen Messgebers.

[0024] Figur 1 zeigt einen Teil eines optischen Drehgebers, welcher bspw. gemäss DE-195 18 714.8 verwendet wird, welcher aber auch gemäss der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Auf einer (nicht näher dargestellten) Massverkörperung 1 ist ein serieller bzw. linearer Binärcode 11, bspw. ein Pseudo-Random-Code (PRC), aufgebracht. Der Linearcode 11 kann bspw. als eine Folge von lichtdurchlässigen und lichtundurchlässigen Bereichen (schematisch als 1 bzw. 0 darstellbar) auf einer (nicht näher dargestellten) Glasscheibe 1 realisiert sein. Jede 1 bzw. 0 stellt ein Bit des Linearcodes dar. Zum Zweck der bewährten Differenz-Signalbildung werden vorzugsweise zwei Codespuren 11.1, 11.2 angebracht, welche denselben Code beinhalten, aber zueinander invers sind (wenn "1" auf erster Codespur 11.1, dann "0" auf zweiter Codespur 11.2 und umgekehrt). Die gesamte Abschnittslänge (hier bspw. 360°) des linearen Codes 11 ist gemäss einer vorgegebenen Auflösung (bspw. 12 Bit) in Grobschritte der Länge $\delta\alpha$ (bspw. $\delta\alpha = 360^\circ/2^{12} \approx 0.09^\circ$) unterteilt. Ein Teil 13 der Massverkörperung 1 wird auf (nicht näher dargestellte) Sensoren bzw. Detektoren auf einem (nicht näher dargestellten) Abtastkopf abgebildet, oder die Sensoren empfangen den direkten Schattenwurf des auszulesenden Teils 13 der Massverkörperung 1. Der Abtastkopf enthält bspw. 12 Fotodioden, welche im wesentlichen in einer Zeile nebeneinander angeordnet sind und deren gegenseitiger Abstand (unter Berücksichtigung eines entsprechenden Abbildungs-massstabs) der Grobschrittlänge $\delta\alpha$ entspricht. Das so gebildete 12-Bit-Beobachtungsfenster hat also eine Länge von bspw. $12\delta\alpha$ ($\approx 1^\circ$). Wie in der DE-195 18 714.8 beschreiben, kann zwecks Feinauflösung auf der Massverkörperung 1 nebst dem Binärcode auch eine Inkrementalspur 12 (SIN/COS-Signal) aufgebracht sein.

[0025] Teile eines Pseudo-Random-Codes 11 in einem Beobachtungsfenster von 12 Bit B0, B1, ..., B11 in verschiedenen Positionen 0, 1, ..., 4095 sind in Figur 2 aufgelistet. Die Signale B0, B1, ..., B11 der 12 Fotodioden werden zusammen in einer Logik-Auswerteinheit 3 ausgewertet. Aus den 12 Bitsignalen kann eindeutig auf die jeweilige Position 0, 1, ..., 4095 geschlossen werden.

[0026] Ein Teil eines Pseudo-Random-Codes 11, welcher sich in drei aufeinanderfolgenden Schritten in Richtung der Pfeile an 12 Fotodioden D0, D1, ..., D11 vorbei bewegt, ist in Figur 3 dargestellt. Bei einem Messverfahren gemäss Stand der Technik, wie in Fig. 3, werden in jedem Schritt alle 12 Fotodioden D0, D1, ..., D11 benötigt, um die Position zu bestimmen. Wenn sich die Massverkörperung 1 relativ zum Abtastkopf um ein Bit bewegt, so fällt auf, dass bloss ein neues Bit (neues B0) hinzukommt und ein bekanntes Bit (altes B11) ver-

schwindet, während die übrigen 11 Bits (alte B0-B10) unverändert bleiben. Diese 11 unveränderten Bits stellen somit redundante Information dar.

[0027] Die Erfindung verzichtet - zumindest teilweise - auf diese redundante Information, wie in **Figur 4** gezeigt wird. Zunächst kann es zwar nötig sein, alle 12 Fotodioden D0, D1, ..., D11 zu verwenden, um im Stillstand den Absolutwert der Ausgangslage festzustellen. Bei der eigentlichen Messung werden jedoch nicht mehr alle 12, sondern weniger Fotodioden gebraucht - z. B. eine einzige Fotodiode D6, welche sich vorzugsweise in der Mitte der Fotodiodenzeile D0, D1, ..., D11 befindet und deshalb im folgenden „Mittenbit“-Fotodiode genannt wird. Diese einzige Mittenbit-Fotodiode D6 genügt, um ausreichend relevante Information über den Absolutwert der gegenseitigen Lage von Massverkörperung 1 und Abtastkopf zu liefern.

[0028] In **Figur 5** wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung näher beschrieben. Das darin vorhandene optische Messsystem umfasst eine als optische Geberscheibe ausgebildete Massverkörperung 1 und einen Abtastkopf 2. Die Geberscheibe 1 ist bspw. als Glasscheibe mit Chrom-Codierung ausgebildet und hat im wesentlichen zwei (nicht dargestellte) Massverkörperungsspiuren:

- PRC-Absolutspur und
- Inkrementalspur (SIN/COS-Signal).

[0029] Der Abtastkopf 2 beinhaltet eine Abbildungsoptik 21 und ein für die Signalbildung vorhandenes und integriertes Fotoempfänger-Schaltungs-ASIC 22 (siehe DE-195 18 714.8). Darin werden aus der Inkrementalspur SIN/COS-Signale gebildet - jeweils zwischen einem Bit Absolutauflösung - und auch die 12 Fotodioden mit einer speziell beschalteten "Mittenbit-Fotodiode" (z. B. die siebte Fotodiode) zur Signalauswertung aufbereitet. Als Lichtquelle dient z. B. eine Leuchtdiode 4.

[0030] Aus einer Signalauswerteinheit 5 sind die Ausgangssignale für Inkrement-Bildung, Links-/Rechts-Bewegung, Mittenbit-(Parallel-PRC-)Wert und 12-Bit-Seriell-(PRC-)Wert herausgeführt, die in nachstehender Funktionsverknüpfung zur Absolutwertbildung im Binär-Code herangezogen werden.

[0031] Anhand des Blockdiagramms von **Figur 6** wird die Funktionsweise des Messgebers von **Fig. 5** erläutert. Nach dem "Start" des Systems, das sich zu einem Anfangszeitpunkt im Stillstand befindet, wird vom Messsystem 61 über die Signalauswertung 62 der 12-Bit-Absolutwert über den Kanal "12-Bit-Seriell" an einen Zähler PRC-Ist 63 übertragen. Der als Schieberegister ausgestaltete Zähler PRC-Ist liefert am Ausgang den 12-Bit-Absolutwert zu einem PRC-Soll/Ist-Vergleicher 64.

[0032] Von einem "PRC-Soll" 65 liegt zu diesem Zeitpunkt kein bzw. ein abweichender Absolutwert vor, so dass der Vergleicher 64 einen Frequenzoszillator 66 aktiviert, der wiederum einen Binär-Zähler 67 startet. Die-

ser fängt an von "Null" (Ausgangspunkt) zu zählen (mit einer hohen Oszillatorfrequenz) und bildet über das Bildungsgesetz den PRC-Soll-Wert 65, der auch den als Schieberegister ausgebildeten Zähler aufweist. Der Binär-Zähler 67 zählt so lange hoch, bis der PRC-Soll-Wert 65 und der PRC-Ist-Wert 63 an den 12-Bit-Absolutwerten am PRC-Vergleicher 64 gleich sind. Dann wird der Frequenz-Oszillator 66 über den PRC-Vergleicher 64 gestoppt. Der zu diesem Zeitpunkt dann anstehende 12-Bit-Absolutwert (der Binärzähler 67 ist ebenfalls als ein als Schieberegister ausgestalteter Zähler ausgeführt) ist der dem PRC-Ist-Wert 63 entsprechende Binärwert, der zur Weiterverarbeitung an eine digitale Steuerelektronik ausgegeben wird.

[0033] Wenn nun durch Relativbewegung zwischen dem Abtastkopf 2 und der Massverkörperung 1 das Messsystem über die eingeschaltete Signalauswertung 62 über die Inkrementalspur ein Takt-Signal am Binär-Zähler 67 anliegt, wird über den um einen Schritt hochgezählten Zählerstand drehrichtungsgerecht das Signal L/R am Ausgang der Signalauswertung 62 zur PRC-Soll-Wertbildung über das besprochene Bildungsgesetz herangezogen. Gleichzeitig steht am Ausgang der Signalauswertung 62 an "Mittenbit" der 1-Bit-Absolutwert positionsgerecht an (codiert auch in PRC durch den Linear-Code, z. B. der Scheibe 1 eines Drehgebers).

[0034] Der PRC-Vergleicher Soll/Ist 64 vergleicht nun am Eingang die jeweils 1-Bit-Werte vom PRC-Soll 65 und "Mittenbit" der Signalauswertung, die übereinstimmen müssen. Daher steht am Ausgang des Binär-Zählers 67 folgerichtig der richtige 12-Bit-Binärwert zur Weiterverarbeitung bereit. Stellt der PRC-Vergleicher 64 "≠" fest, wird der Frequenzoszillator 66 aktiviert, der den Binär-Zähler 67 sehr schnell und L/R-abhängig bis zu demjenigen Positionspunkt bringt, bei dem der PRC-Vergleicher 64 "=" meldet. Dann hat der Binär-Zähler 67 den richtigen Absolutwert als Binärwert zur Ausgabe.

[0035] Mittels der "Taktung" des oben beschriebenen Sensors wird ein stromsparender Betrieb des Gebers ermöglicht, so dass ein wirkungsvoller Batteriebetrieb stattfinden kann. Da der Gesamtabolutwert während einer Umdrehung stets vorhanden ist, braucht das Messsystem nur mindestens einmal während der Umdrehung kurz eingeschaltet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren, vorzugsweise in einem optischen Messgeber, zur Messung der Lage eines Abtastkopfes (2), welcher mindestens einen Sensor (D0-D11) beinhaltet, gegenüber einer Massverkörperung (1), welche einen linearen Code (11) beinhaltet, derart, dass eine vorgegebene Auflösung erreicht wird, wobei von einem Absolutwert einer Ausgangslage mit mindestens der vorgegebenen Auflösung ausgegangen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Messung der Abtastkopf (2) und die

- Massverkörperung (1) relativ zueinander bewegt werden und weniger Sensorsignale (B6) herangezogen werden als im Stillstand nötig wären, wobei zum Erreichen der vorgegebenen Auflösung benötigte Information aus Sensorsignalen (B6) der Relativbewegung, welche aus dem linearen Code (11) abgeleitet werden, gewonnen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei während der Messung genau ein Sensor (D6) herangezogen wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der mindestens eine zur Messung herangezogene Sensor (D6) aus einem mittleren Bereich des Abtastkopfes (2) gewählt wird.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, wobei während der Messung Sensoren (D0-D11) nach Bedarf zu- oder weggeschaltet werden.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, wobei der Absolutwert der Ausgangslage bestimmt wird, indem im Stillstand oder bei langsamer Relativgeschwindigkeit alle im Abtastkopf (2) vorhandenen Sensoren (D0-D11) zur Messung herangezogen werden.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, wobei der Absolutwert der Ausgangslage bestimmt wird, indem weniger Sensoren (D6) zur Messung herangezogen werden als zum Erreichen der vorgegebenen Auflösung nötig wären, der Abtastkopf (2) und die Massverkörperung (1) jedoch um mindestens

$$\Delta L (N - n) \frac{L}{2^N},$$
 worin N die Auflösung in Bit, n die Anzahl von herangezogenen Sensoren und L die Codelänge bedeuten, relativ zueinander bewegt werden und zum Erreichen der vorgegebenen Auflösung benötigte Information aus Sensorsignalen (B6) der Relativbewegung, welche aus dem linearen Code (11) abgeleitet werden, gewonnen wird.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, wobei der Absolutwert der Ausgangslage aus einer früheren Messung gespeichert vorliegt oder von aussen vorgegeben wird.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7, wobei als linearer Code (11) ein Pseudo-Random-Code verwendet wird.
 9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei die Abschnittslänge des Pseudo-Random-Codes richtungsabhängig zur Absolutpositionsbestimmung gezählt wird.
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-9, wobei eine Messwert-Elektronik bei Relativbewegung des Abtastkopfes (2) zur Massverkörperung (1) mindestens einmal für die Mess-Auswertzeit nach Überschreitung der gesamten Abschnittslänge des linearen Codes (11) eingeschaltet wird.
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-10, wobei die Anzahl überschrittener Abschnittslängen des linearen Codes (11) gespeichert wird.
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-11, wobei zwecks Feinauflösung zusätzlich zum linearen Code (11) mindestens ein Inkrementalcode (12) zur Messung herangezogen wird.
 13. Messgeber, vorzugsweise optischer Messgeber, umfassend einen Abtastkopf (2), welcher mindestens einen Sensor (D0-D11) beinhaltet, eine relativ zum Abtastkopf (2) bewegbare Massverkörperung (1), welche einen linearen Code (11) beinhaltet, und Mittel zur Ermittlung eines Absolutwerts einer Ausgangslage, **gekennzeichnet durch** Mittel (3) zur Gewinnung von Information über die Lage des Abtastkopfes (2) gegenüber der Massverkörperung (1) aus Sensorsignalen (B6) der Relativbewegung, welche aus dem linearen Code (11) abgeleitet werden.
 14. Messgeber nach Anspruch 13, wobei die Mittel (3) zur Gewinnung der Lageinformation derart gestaltet sind, dass die Lageinformation aus genau einem Sensorsignal (B6) gewinnbar ist.
 15. Messgeber nach Anspruch 13 oder 14, wobei sich der mindestens eine Sensor (D6) im mittleren Bereich des Abtastkopfes (2) befindet.
 16. Messgeber nach einem der Ansprüche 13-15, wobei der mindestens eine Sensor (D0-D11) als Fotodiode ausgebildet ist.
 17. Messgeber nach einem der Ansprüche 13-16, wobei die Mittel zur Ermittlung eines Absolutwerts einer Ausgangslage Mittel zum Bestimmen, Mittel zum Speichern und/oder Mittel zum Übernehmen des Absolutwerts von aussen beinhalten.
 18. Messgeber nach einem der Ansprüche 13-17, wobei der lineare Code (11) ein Pseudo-Random-Code ist.
 19. Messgeber nach einem der Ansprüche 13-18, beinhaltend Mittel zur Speicherung der Anzahl überschrittener Abschnittslängen des linearen Codes.

20. Messgeber nach einem der Ansprüche 13-19, wobei die Massverkörperung (1) zwecks Feinauflösung zusätzlich zum linearen Code (11) mindestens einen Inkrementalcode (12) beinhaltet.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

7

Fig. 1

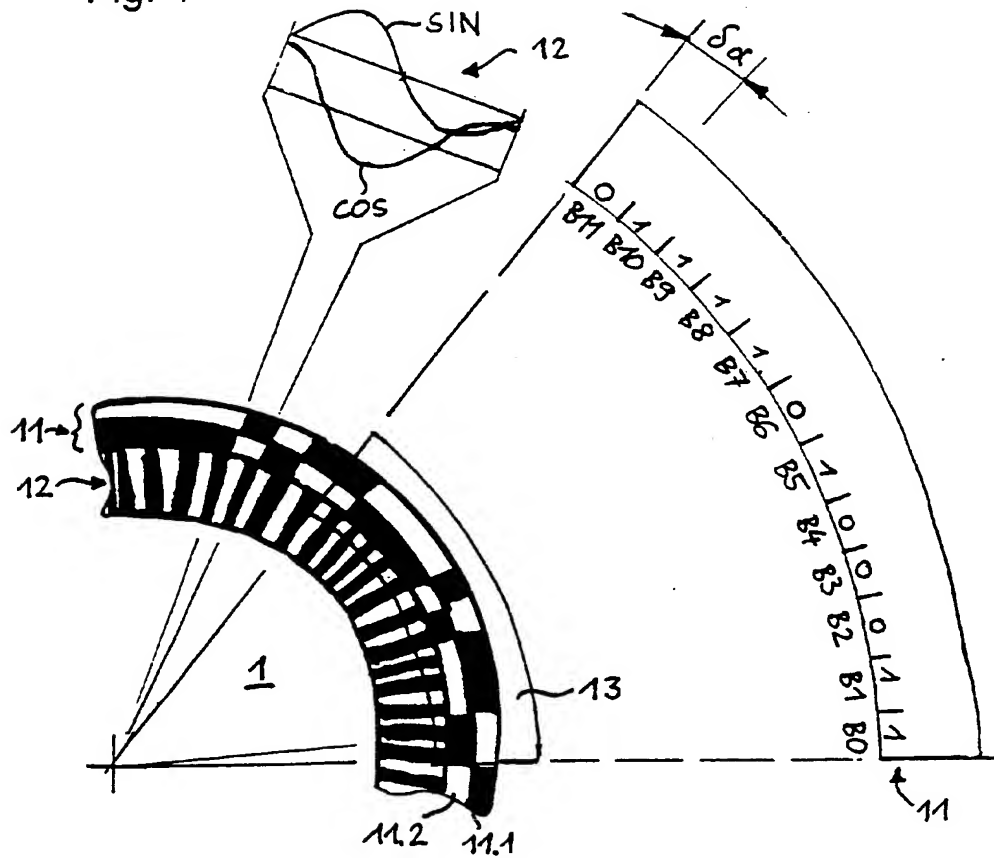


Fig. 2

B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	Position
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	5
...
1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4091
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4092
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4093
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4094
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4095

11

3

Fig. 3

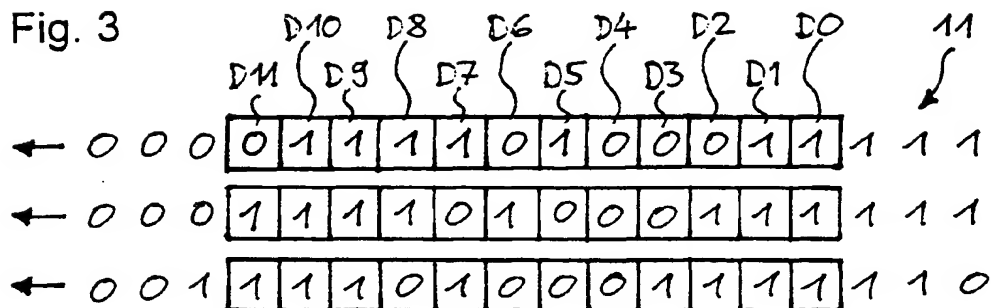
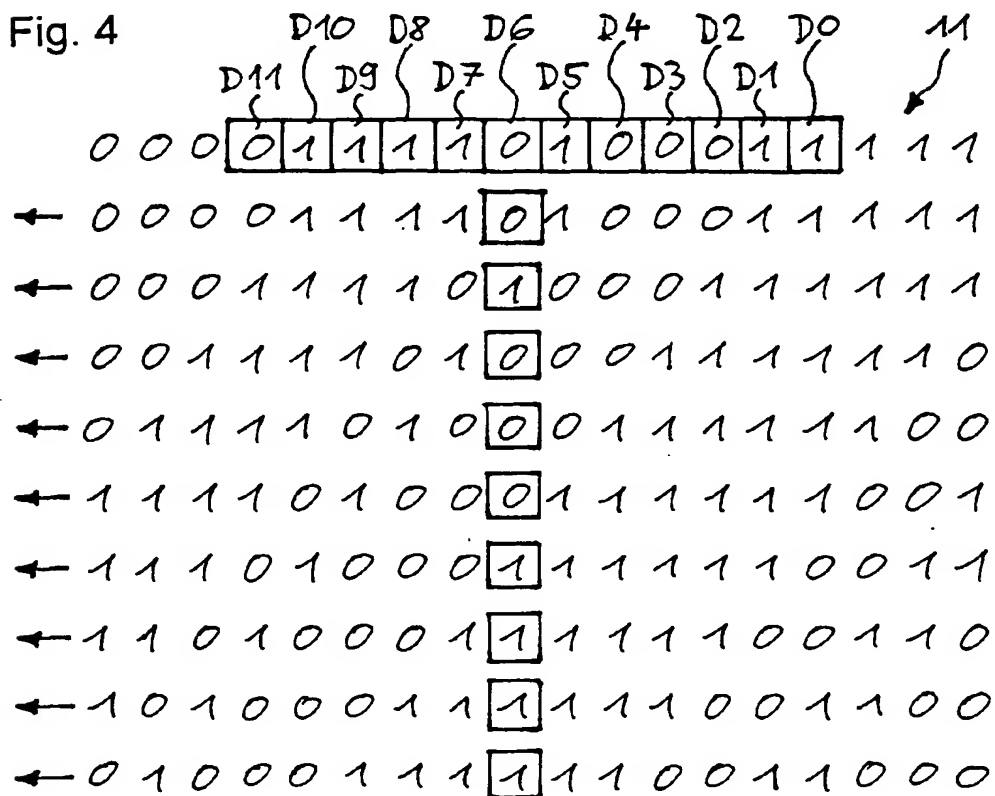


Fig. 4



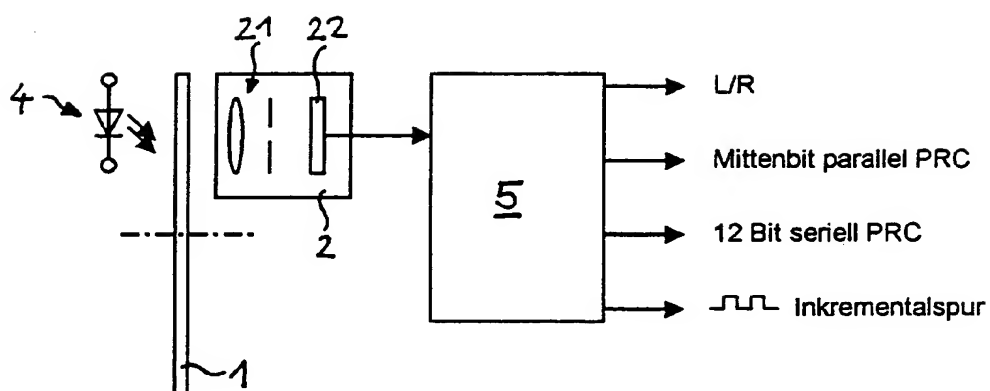


Fig. 5

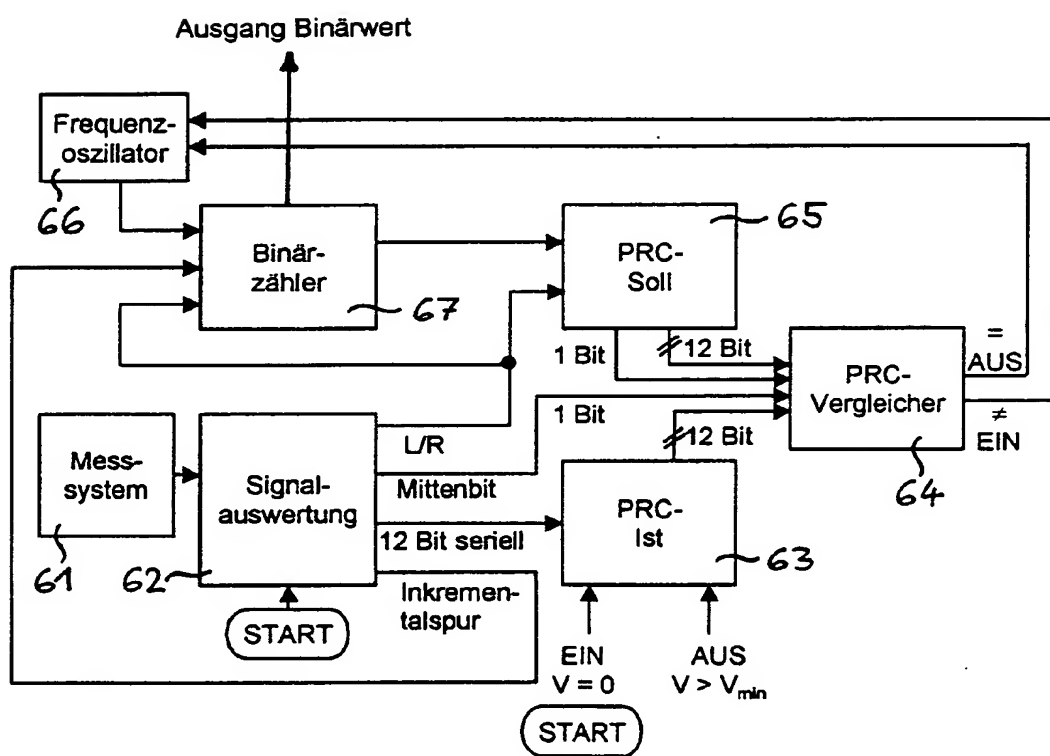


Fig. 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 81 1007

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 40 22 503 C (DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH) 24. Oktober 1991 (1991-10-24) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	13, 18	G01D5/249 G01D5/245
A	---	1, 8	
X	DE 39 39 353 A (SCHUELER BEN MICHAEL) 29. Mai 1991 (1991-05-29) * das ganze Dokument *	13	
Y	---	1	
Y	EP 0 341 314 A (FANUC LTD) 15. November 1989 (1989-11-15) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1	
A	---	12, 20	
A	EP 0 675 603 A (TAMAGAWA SEIKI CO LTD) 4. Oktober 1995 (1995-10-04) * das ganze Dokument *	1, 12, 13, 20	
A	US 4 009 377 A (ELMS RONALD DUANE) 22. Februar 1977 (1977-02-22) * das ganze Dokument *		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			G01D H03M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 26. Februar 2001	Prüfer Chapple, I
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument *: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 (03.82) (Rev.03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 81 1007

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-02-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4022503 C	24-10-1991	AT 131671 T DE 9017851 U DE 59107063 D EP 0467196 A	15-12-1995 30-04-1992 25-01-1996 22-01-1992
DE 3939353 A	29-05-1991	KEINE	
EP 0341314 A	15-11-1989	JP 1116409 A DE 3850386 D DE 3850386 T WO 8903976 A US 5013988 A	09-05-1989 28-07-1994 24-11-1994 05-05-1989 07-05-1991
EP 0675603 A	04-10-1995	JP 7270181 A DE 69424649 D DE 69424649 T US 5774068 A	20-10-1995 29-06-2000 08-02-2001 30-06-1998
US 4009377 A	22-02-1977	KEINE	

DOCKET NO: AD-R14

SERIAL NO: _____

APPLICANT: Anton Roach

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100

EPO FORM P4401

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82